Rev. Écol. Biol. Sol, 1982, **19** (4) : 593-604.

Incidence de la simplification du travail du sol sur la microfaune édaphique hivernale : données préliminaires

PAR

Ch. GERS

Laboratoire souterrain du C.N.R.S., Moulis, 09200 Saint-Girons

INTRODUCTION

De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude des peuplements en microarthropodes des terrains agricoles (CLIVE et EDWARDS, 1969 ; EDWARDS, 1966 ; GHILAROW, 1978 ; NAGLITSCH et STEINBRENNER, 1965).

Certaines de ces recherches s'intéressent à l'ensemble des microarthropodes, en restant à des niveaux taxonomiques élevés ; dans d'autres cas, les auteurs ont analysé avec précision le comportement d'un petit nombre d'espèces.

Parmi ces études, bien peu envisagent les variations des peuplements en fonction du travail du sol. L'article de SHAMS, SNIDER et ROBERTSON, 1981, quoique très sommaire, montre pourtant que le type de technique culturale (labour plus ou moins profond) peut avoir une influence considérable sur la densité des microarthropodes édaphiques.

Nous traiterons du même problème. Notre analyse a été menée au niveau spécifique pour le groupe des Collemboles, en tenant compte des exigences écologiques, dans le but de mieux cerner les modifications du milieu apportées par le travail du sol.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

A) Milieu.

Notre étude a été menée sur les champs d'essais mis en place par l'I.T.C.F. sur la Commune d'Auzeville (Haute Garonne). Le climat est de type océanique subissant par intermittences l'influence méditerranéenne.

Reçu le 27-10-81.

L'expérimentation est établie sur des sols profonds issus de mollasses argilo-calcaires et porte sur l'assolement Maïs irrigué-Blé d'hiver. Nous renvoyons au document I.T.C.F. simplification du travail du sol, pages 57 à 63, pour le dispositif expérimental propre aux techniques culturales.

B) **Techniques de travail du sol.**

— Labour — L — Le sol est travaillé chaque année sur une profondeur de 20 à 25 centimètres à l'aide d'une charrue. Le semis est effectué classiquement après reprise du labour de façon superficielle.

— Travail superficiel — TS — Le sol est travaillé par un seul passage de houe rotative sur une profondeur de 10 centimètres. Le semis est réalisé comme dans le premier procédé.

— Semis direct — SD —Le sol n'est jamais travaillé. Le semis est pratiqué à l'aide de semoirs spéciaux. Les résidus de récolte sont broyés et laissés à la surface. A l'opposé des deux techniques précédentes, les fertilisants minéraux sont épandus en surface et ils ne sont jamais incorporés dans le sol.

C) **Méthodologie.**

Les prélèvements de microfaune de sol ont été effectués à l'aide d'une sonde cylindrique dont les dimensions ont été définies par une étude antérieure (GERS, 1981), permettant de prélever un échantillon de sol facilement analysable.

Cette sonde permet d'extraire une carotte de 12 cm de longueur et de 12,5 cm de diamètre. Celle-ci a été divisée en deux échantillons de 0 à — 5 cm et de — 5 à — 10 cm ; ceci afin d'apprécier les fluctuations verticales de la microfaune.

Les prélèvements ont été réalisés en Décembre 1980, Janvier et Février 1981 dans 6 parcelles. Un lot de 3 parcelles est ensemencé en blé (précédent maïs) et un lot de 3 parcelles non ensemencé (précédent blé). Les trois parcelles de chaque lot correspondent aux trois techniques culturales : labour, travail superficiel et semis direct.

Dans chacune des parcelles, nous avons défini un carré de 10 m sur 10 m en éliminant 3 m de bordure afin de supprimer l'effet lisière. Ce carré est subdivisé en quadrats de 1 m^2 ; 3 quadrats sont tirés au hasard parmi les 100 à chaque période prélèvements, en évitant de reprendre les quadrats déjà prélevés.

L'extraction a été réalisée par l'appareil de Berlese-Tullgren et la détermination générique et spécique (Collemboles) a été faite.

Pour caractériser les différents peuplements nous avons utilisé les méthodes statistiques suivantes : Indice de diversité de Fisher-Williams et Analyse des Correspondances.

II. — **RÉSULTATS**

A) **Faune totale.**

Nous donnons dans la liste ci-dessous le spectre de la faune édaphique ainsi que les pourcentages trouvés pour chaque groupe.

Les Acariens représentent 50 % de la faune totale rencontrée, les Collemboles occupent la deuxième place avec 40 %, et les autres groupes constituent un très faible pourcentage. Les larves (2 %) et les Myriapodes (2 %) se trouvent essentiellement dans les prélèvements effectués en profondeur.

Il est évident que la méthode d'extraction est surtout adaptée aux microarthropodes édaphiques ce qui explique la faible représentation ou l'absence de certains groupes (Lombricides, Diptères et Hyménoptères ailés, ...).

Oligochètes	Enchytréides. Lombricides			0,5 %
Mollusques	*Agriolimax agrestis, Arion hortensis*			0,5 %
Arthropodes	Aranéides			1 %
	Acariens (Oribates, Gamasides)			50 %
	Crustacés	Isopodes		0,5 %
	Myriapodes	Diplopodes	Craspedosomoïdea	
			Blaniuloïdea	1 %
			Iuloïdea	
		Chilopodes	*Lithobius* sp.	1 %
			Geophilus sp.	
	Collemboles			40 %
	Ptérygotes	Coléoptères	Staphylinoïdea	1 %
			Pselaphidae	
		Psocoptères		0,5 %
		Hymenoptères Myrmicidae		2 %
		Diptères larves de Tipulidae		1 %
		Larves indéterminées		1 %

B) **Faune Collembologique.**

— LISTE SPÉCIFIQUE.

Poduromorpha

Ceratophysella denticulata (Bagnall, 1941) sensu Gisin, 1960.
Brachystomella parvula (Schaeffer, 1896).
Anurida granaria (Nicolet, 1947).
Neanura (N) muscorum (Templeton, 1835).
Tullbergia krausbaueri Boerner, 1901.
Tullbergia quadrispina Boerner, 1901.

Entomobryomorpha

Isotomidae

Folsomia candida Willem, 1902.
Proisotoma minuta Tullberg, 1871.
Isotoma notabilis Schaeffer, 1896.

Entomobryidae

Entomobrya cf. *nivalis* Linné, 1758.
Orchesella sp.
Lepidocyrtus gr. *lanuginosus* Gmelin, 1896.

Symphypleona

Sminthurides malmgreni (Tullberg, 1876).
Sminthurinus elegans (Fitch, 1863).
Sminthurinus niger (Lubbock, 1862).
Sphaeridia pumilis (Krausbauer, 1898).
Arrhopalites sp.

Neelipleona

Neelus murinus Folsom, 1896.

— Structure du peuplement global.

Le peuplement global comprend 18 espèces de Collemboles. Le nombre total d'individus pour les 108 prélèvements est de 2 925 (Tab. A).

Les Isotomidae avec 40,3 % des individus constituent le groupe le plus abondant. Les Poduromorpha forment 35,9 % de l'effectif, les Entomobryidae 13,6 %, les Symphypleona 5,9 % et les Neelipleona 4,4 %.

L'espèce présentant le plus grand nombre d'individus est *Brachystomella parvula* (18 % de la faune totale) ; viennent ensuite *Tullbergia krausbaueri* (16,6 %), *Proisotoma minuta* (15,6 %), *Isotoma notabilis* (13,9 %), *Lepidocyrtus lanuginosus* (12,8 %) et *Folsomia candida* (10,4 %).

— Répartition du peuplement.

L'étude du peuplement des Collemboles dans les différentes parcelles a permis de mettre en évidence un certain nombre de résultats.

• Les modifications du peuplement lors des 3 périodes de prélèvements (Tab. I et Fig. 1-A) restent vraisemblablement liées à des conditions écoclimatiques. Les espèces qui apparaissent ou disparaissent sont des formes peu représentées quantitativement (*Anurida granaria, Neanura (N.) muscorum*, ...).

• Les différences faunistiques relevées entre les deux lots de parcelles semblent fonction de l'ensemencement en blé : les parcelles ayant été ensemencées (précédent maïs) ont un effectif faible par rapport à celles qui ne l'ont pas été (précédent blé), ces dernières n'ont pas ou peu reçu de fertilisants et de produits phytosanitaires. Il serait d'ailleurs intéressant d'analyser plus finement l'incidence de ces apports en plein champ sur une période plus longue.

Nous voulons signaler que ce sont surtout *B. parvula* et *L. lanuginosus* qui sont affectés ; de plus ce sont deux espèces qui ont une nette préférence pour la surface.

• La figure 1-C montre que l'abondance numérique et spécifique décroit avec la profondeur ; ceci a été déjà souligné par différents auteurs (Prat et Massoud, 1980, 1981 ; Edwards, 1966).

• En ce qui concerne la structure du peuplement face aux différentes techniques :

Le nombre d'individus est beaucoup plus élevé dans le milieu semis direct — SD — (51,0 % de la faune totale des trois milieux), moindre dans le milieu travail superficiel — TS — (35,8 %) et il est très réduit dans le milieu labour — L — (12,9 %).

Il en est de même au niveau spécifique : 17 espèces en SD, 15 en TS et 11 en L.

La diversité spécifique décroit de la façon suivante : $\alpha = 2{,}68$ pour SD ; 2,5 pour TS ; 2,1 pour L. L'indice de diversité de Fisher est la traduction chiffrée du principe biocénotique n° 1 de Thieneman (Dajoz, 1971) qui peut s'énoncer ainsi : lorsque les conditions du milieu sont favorables, on trouve de nombreuses espèces et chacune d'entre elles est représentée par un petit nombre

TAB. I

Spectre spécifique du peuplement global, des périodes de prélèvements, de la rotation, de l' « horizon », des techniques culturales

		nombre de prélèvements où l'espèce est présente	Coefficient de fréquence	Nombre d'individus pour les 108 prélèvements	Période de prélèvement % de la faune			Rotation % de la faune		Horizon % de la faune		Technique culturale % de la faune		
					Décembre	Janvier	Février	Blé (précédent)	Maïs (précédent)	Surface 0-5 S	Profondeur —5 —10 P	Semis direct SD	Travail superficiel ST	Labour L
1	*Ceratophysella denticulata*	6	5,5	17	0,4	0,2	1,2	0,6	0,4	0,8	—	0,1	0,9	—
—	*Anurida granaria*	1	0,9	1	0,09	—	—	0,04	—	0,04	—	0,06	—	—
2	*Brachystomella parvula*	30	27,7	527	17,5	23,5	11,5	23,1	3,8	24,2	1,7	26,5	9,6	6,0
3	*Neanura* (N.) *muscorum*	3	2,7	4	—	0,3	0,1	1,8	—	0,2	—	0,2	—	—
4	*Tullbergia krausbaueri*	54	50,0	472	14,3	11,2	25,0	11,8	28,3	15,6	17,5	22,8	7,4	12,8
5	*Tullbergia quadrispina*	9	8,3	28	0,3	1,3	1,2	1,0	0,6	1,2	0,3	1,2	0,2	0,2
6	*Folsomia candida*	35	32,4	306	17,1	5,0	8,5	3,6	29,7	4,0	27,4	11,4	8,8	10,6
7	*Isotoma notabilis*	37	34,2	406	10,6	16,7	14,7	14,0	13,5	12,1	18,5	6,6	19,6	23,2
8	*Proisotoma minuta*	42	38,8	457	20,0	15,4	9,9	16,7	12,5	15,5	15,9	15,2	23,2	3,8
9	*Entomobrya* cf. *nivalis*	6	5,5	22	1,8	0,2	—	0,8	0,3	0,9	0,3	0,5	1	1,1
10	*Orchesella* sp.	6	5,5	6	—	0,2	0,1	0,1	—	0,1	—	0,2	—	—
11	*Lepidocyrtus lanuginosus*	37	34,2	374	5,7	18,0	15,7	16,2	3,1	15,0	6,8	9,3	16,4	16,7
12	*Neelus murinus*	33	30,5	131	4,7	3,0	5,9	4,1	5,4	2,6	9,3	2,8	6,4	5,4
13	*Sminthurides malmgreni*	4	3,7	15	1,2	—	0,2	0,7	—	0,6	0,2	—	0,6	2,2
14	*Sminthurinus niger*	5	5,5	6	0,09	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	—
15	*Sminthurinus elegans*	4	3,7	14	1,2	0,1	—	0,6	0,1	0,6	—	0,1	1,2	—
16	*Sphaeridia pumilis*	18	16,6	123	4,2	3,6	4,9	5,5	0,5	5,6	0,3	1,4	3,6	17,5
17	*Arrhopalites* sp.	9	8,3	16	0,4	0,7	0,5	0,3	1,2	0,3	0,9	0,8	0,3	—

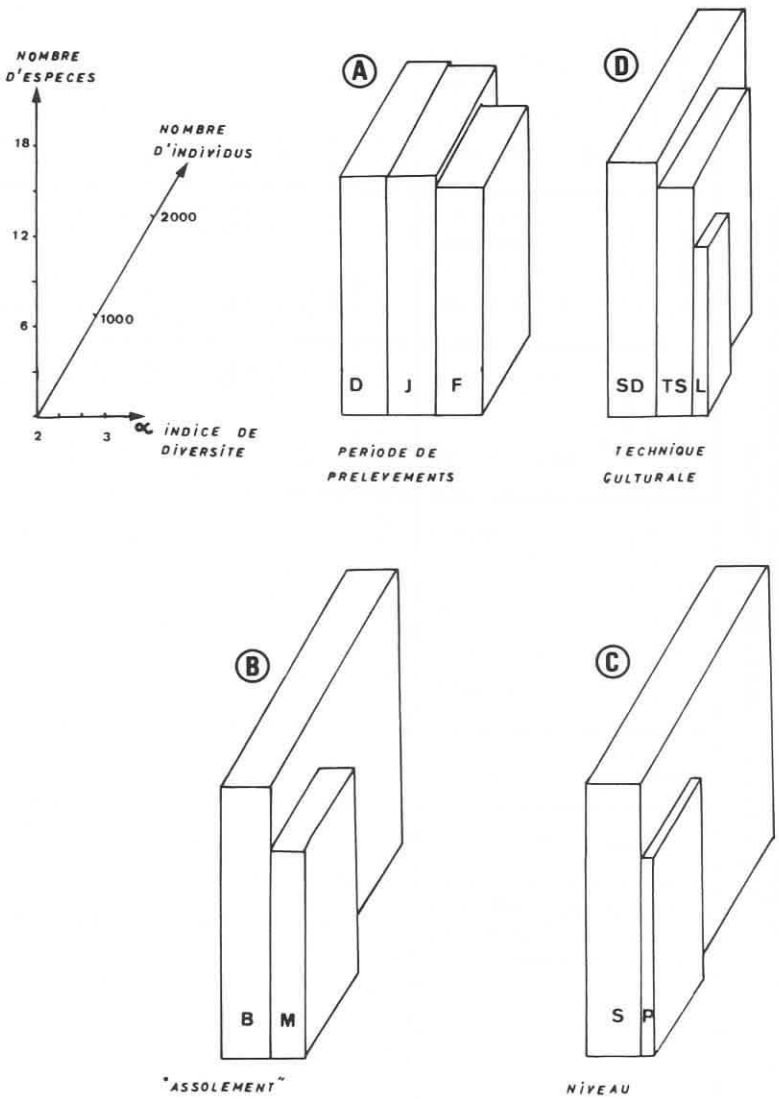

FIG. 1. — Structure du peuplement en fonction des facteurs analysés :

- A. Période de prélèvement (D : décembre ; J : Janvier ; F : Février).
- B. Assolement (B = précédent : blé ; M = : précédent maïs).
- C. Niveau (S = surface ; P = profondeur).
- D. Techniques culturales (SD = semis direct ; TS = travail superficiel ; L = labour).

d'individus. L'indice de diversité est alors élevé (cas du semis direct). Lorsque les conditions sont défavorables, on ne rencontre qu'un petit nombre d'espèces mais chacune d'elles est souvent représentée par de nombreux exemplaires. L'indice est faible (cas du labour).

La figure 2 visualise, pour le peuplement des trois procédés culturaux, le pourcentage d'individus dans les deux niveaux. Nous trouvons 51 % de la faune totale dans le semis direct dont 42,4 % en surface et 8,6 % en profondeur. Le travail superficiel est représenté par 35,8 % dont 21,4 % en surface en 14,4 % en profondeur, et pour le labour nous avons 12,9 % dont 7,7 % en surface et 5,2 % en profondeur. De ce résultat nous pouvons déduire que le travail du sol en profondeur affecte très nettement le peuplement de surface à tendance épigée. (Des espèces comme *Brachystomella parvula, Ceratophysella denticulata* sont absentes dans les échantillons de surface des milieux labour et travail superficiel).

Nous pouvons à l'aide d'un diagramme combinant l'abondance spécifique et le travail du sol définir quatre types de comportement (Fig. 3).

1 - Comportement 1. Ce sont les espèces dont les effectifs décroissent en fonction de l'importance du travail du sol. *Brachystomella parvula* est l'espèce la plus touchée du fait de sa « tendance prairiale », il en est de même pour *Tullbergia quadrispina, Arrhopalites* sp., *Neanura (N.) muscorum, Anurida granaria, Orchesella* sp.

2 - Comportement 2. Ce sont les espèces qui voient leur effectif croître en fonction de l'importance du travail du sol. Nous pouvons citer *Entomobrya nivalis* et *Sminthurides malmgreni, Isotoma notabilis, Lepidocyrtus lanuginosus, Sphaeridia pumilis.* Les trois dernières espèces, à large valence écologique, sont adaptées à des milieux dégradés et douées d'un fort pouvoir de colonisation.

3 - Comportement 3. Ce sont les espèces qui ont leurs effectifs maxima pour le travail superficiel. Nous trouvons ici, *Prosotoma minuta, Neelus murinus, Sminthurinus niger* (surtout des jeunes), *Sminthurinus elegans* (surtout des jeunes) et *Ceratophysella denticulata.* Certaines de ces formes sont des euédaphiques *(Neelus murinus)* ; d'autres des hémiédaphiques à tendance édaphique : *Proisotoma minuta* et les jeunes de Sminthuridae. Ces espèces semblent avoir été favorisées par la présence de la matière organique dans les cinq premiers centimètres de sol travaillé.

4 - Comportement 4. Ce sont les espèces qui ont leurs effectifs minima pour le travail superficiel. Nous pouvons citer *Folsomia candida* qui est une forme endogée stricte et *Tullbergia krausbaueri.* Ces espèces édaphiques ont pu être défavorisées par la matière organique incorporée dans les cinq premiers centimètres.

Il serait très intéressant dans l'avenir d'analyser plus particulièrement l'incidence de l'incorporation de la matière organique au sein des cinq premiers centimètres pour expliquer la répartition de certaines espèces.

— Résultats obtenus par l'Analyse des Correspondances.

L'Analyse Factorielle des Correspondances, largement utilisée en biocénotique édaphique (Bonnet, Cassagnau et Deharveng, 1979 ; Prat et Massoud,

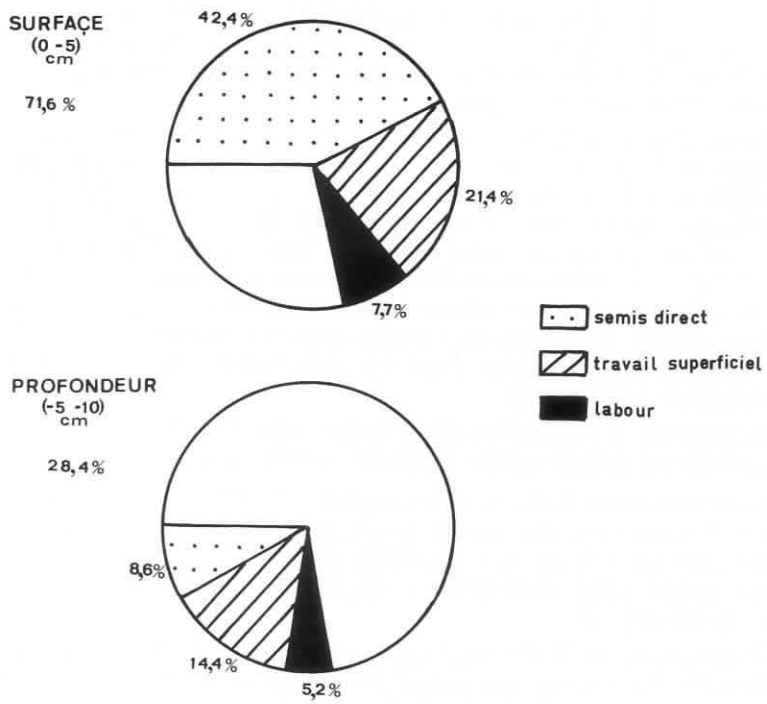

FIG. 2. — Répartition de la faune totale des 3 procédés culturaux en surface et en profondeur.

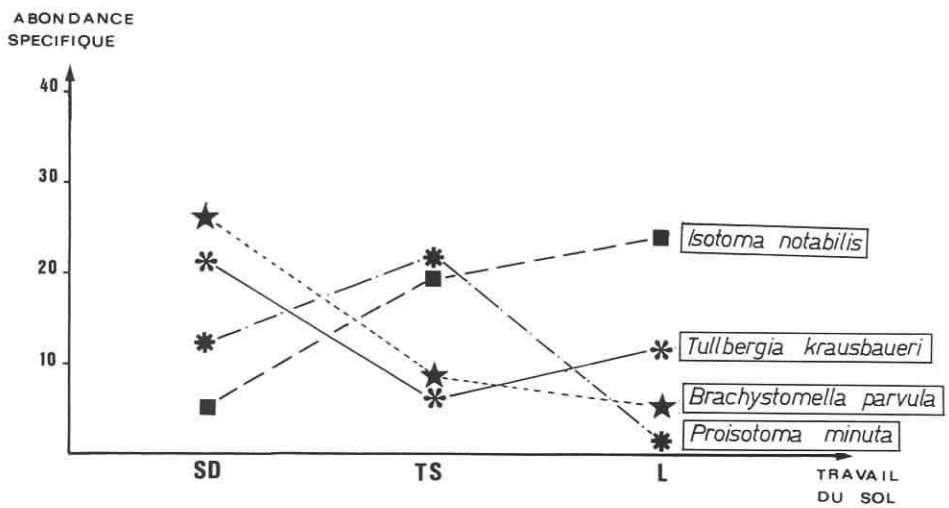

FIG. 3. — Abondance relative de 4 espèces caractéristiques en fonction du type de travail du sol.

1981 ; PONGE, 1980), permet d'obtenir une description objective d'un tableau de données, faisant apparaître les proximités entre les unités statistiques (ici sommation de 3 prélèvements similaires) d'une part et les variables (espèces) d'autre part (Fig. 4).

L'axe Z1 (33 % d'inertie) distribue les espèces selon un gradient espèces épigées-espèces endogées (*Sminthurides malmgreni, Sphaeridia pumilis* dans

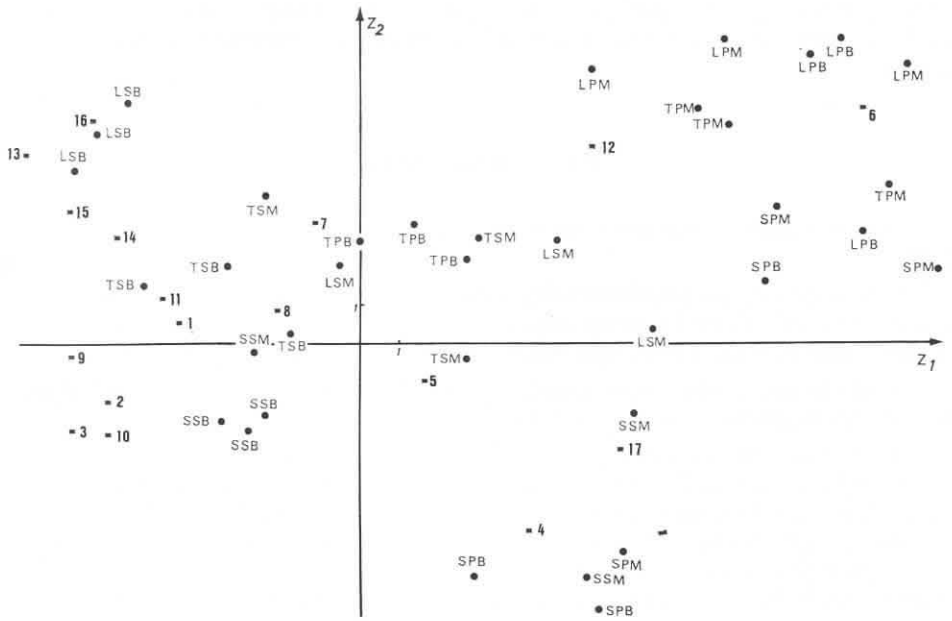

FIG. 4. — Analyse des Correspondances — projection dans le plan des axes 1 et 2 (espèce : chiffre, Tab. I) (biotope : ensemble de 3 lettres ; L, Labour ; T, Travail superficiel ; S, Semis direct. S, 0 à — 5 cm ; P, — 5 à — 10 cm. B, précédent : blé ; M. précédent : Maïs).

les valeurs négatives ; *Folsomia candida, Tullbergia krausbaueri* dans les valeurs positives). De plus, nous constatons que tous les prélèvements de profondeur se trouvent dans les valeurs positives de cet axe.

L'axe Z2 (21 % d'inertie) se superpose à un gradient relatif au travail du sol avec la majorité des prélèvements de semis direct dans les valeurs négatives. Les prélèvements de travail superficiel se trouvent proches de l'origine des axes et les échantillons prélevés dans le labour se situent dans les valeurs positives de Z2. Pour la faune récoltée, il semble que la profondeur du travail du sol diminue l'importance relative des espèces dépourvues de furca *(Tullbergia krausbaueri, Tullbergia quadrispina, Neanura muscorum)* et des jeunes stades d'espèces à furca développée (*Orchesella* sp. et *Arrhopalites* sp.), en faveur d'une faune beaucoup plus mobile (*Folsomia candida* et symphypleones) dans les valeurs positives de Z2.

Nous ne donnons pas, pour les autres facteurs, leur interprétation, car leur pourcentage d'inertie est très faible.

Le facteur écologique prépondérant dans la distribution de la faune est donc la profondeur puis vient ensuite l'importance du travail du sol (résultant certainement d'une modification de la porosité et de l'enfouissement des résidus végétaux).

L'Analyse Factorielle des Correspondances permet de nuancer les résultats de l'analyse de la dominance effectuée sur les résultats bruts (tous prélèvements confondus). La position intermédiaire de certains échantillons est difficile à interpréter ; ceci peut être dû au nombre restreint des prélèvements étudiés.

III. — **DISCUSSION**

Nos résultats confirment ceux obtenus par SHAMS, SNIDER et ROBERTSON, 1981.

La densité en microarthropodes diminue en fonction de l'importance du travail du sol. Pour le peuplement de profondeur (— 5 à — 10 cm), nous n'avons une densité élevée que pour les parcelles de travail superficiel.

L'étude que nous avons menée sur les Collemboles nous permet d'interpréter ces données et de les renforcer.

Le travail du sol amène non seulement une diminution de la densité en microarthropodes mais aussi une diminution du nombre d'espèces. Nous trouvons dans les biotopes de surface des parcelles travaillées (TS et L), une dominance des formes ubiquistes (*Lepidocytus lanuginosus, Isotoma notabilis* et des symphypléones) ; de plus la majorité de ces espèces sont douées d'une grande mobilité. Le travail du sol a entraîné la suppression en surface de résidus végétaux qui assuraient une couche protectrice, mais aussi un réservoir de nourriture ; les seules espèces ayant pu recoloniser ces biotopes de surface sont donc des formes mobiles et ne possédant pas d'exigences écologiques très précises.

Les peuplements des biotopes de profondeur sont affectés différemment.

Le travail du sol amène pour les parcelles du travail superficiel une destruction des biotopes de surface ; cela entraîne une rupture de l'équilibre et favorise les formes de profondeur *(Tulbergia krausbaueri Tulbergia quadrispina)* (dû vraisemblablement à l'absence des prédateurs de surface).

Pour les biotopes de profondeur des parcelles de labour, nous avons une régression générale de la faune (tous les biotopes sont détruits) les seules espèces qui se maintiennent sont des euédaphiques à furca longue *(Folsomia candida, Neelus murinus)* qui sont douées d'une meilleure résistance et de quelques formes eurytopes comme *Isotoma notabilis* et *Lepidocytus lanuginosus.*

Ces quelques données préliminaires montrent l'intérêt de ces microarthropodes, les Collemboles, comme indicateurs biologiques. Ils obéissent non seulement aux conditions climatiques, mais aussi à la modification du

milieu liée, ici, au travail du sol. Toutefois la signification biologique précise du phénomène est difficile à établir dans l'ignorance où nous sommes de l'écophysiologie de ces Insectes. Une étude expérimentale plus rigoureuse sur une période plus longue, incluant l'analyse tant quantitative que qualitative de la matière organique disponible, de la porosité (aération) et de la productivité des arthropodes édaphiques serait nécessaire. Elle permettrait d'approcher d'une part le déterminisme de la localisation de ces espèces et d'autre part le rôle et l'importance des Collemboles et des microarthropodes, dans les diverses techniques culturales et dans les cultures céréalières en général.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M. P. MORARD, Professeur à l'E.N.S.A.T. pour son aide et ses conseils au cours de ce travail.

M. J. M. NOLOT, Ingénieur agronome à l'I.T.C.F., a mis à notre disposition les champs d'essais I.T.C.F. ; nous tenons à lui exprimer ici notre sincère gratitude.

RÉSUMÉ

La comparaison des peuplements des trois procédés culturaux, semis direct, travail superficiel et labour, révèle que l'abondance numérique et spécifique des Collemboles décroit en fonction de l'importance du travail du sol. Il a été possible de discerner 4 types de comportement d'espèces nous renseignant sur les nouveaux équilibres biocénotiques.

ABSTRACT

Incidence of simplified cultivating processes on winter soil microfauna populations

The comparative study of Collembola populations from three different cultivating processes no-till, chisel plowing and till, reveals that the number of individuals and species decreases with increasing disturbances of the soil. It was possible to distinguish four types of specific behaviours, thus some informations of the new equilibrated biocenotic establishment becoming available.

BIBLIOGRAPHIE

BONNET (L.), CASSAGNAU (P.) et DEHARVENG (L.), 1979. — Recherche d'une méthodologie dans l'analyse de la rupture des équilibres biocénotiques : application aux Collemboles édaphiques des Pyrénées. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **16**: 373-401.

CASSAGNAU (P.), 1961. — Écologie du sol dans les Pyrénées Centrales : Les biocénoses de Collemboles. Hermann éd., Paris : 1-235.

CLIVE (A.) et EDWARDS (E.), 1969. — Soil polluants and soil animals. *Scientific American*, **220**: 88-99.

CHRISTIANSEN (K.), 1964. — Bionomics of Collembola. *Ann. Rev. Ent.*, **9**: 147-178.

DAJOZ (R.), 1971. — Précis d'Écologie. Dunod éd., Paris : 1-432.

EDWARDS (E.), 1966. — A survey of the Insects and other invertebrate fauna of permanent pasture and arable land. *Ann. Appl. Biol.*, **16**: 299-323.

GERS (C.), 1981. — Conséquence de la simplification du travail du sol sur les plantes cultivées et sur la microfaune édaphique. Mémoire de formation continue présenté à l'École Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse — *(in litteris)* —.

GISIN (H.), 1960. — Collembolenfauna Europas. *Mus. Hist. nat., Genève* : 1-312.

GHILAROV (M. S.), 1978. — Soil living invertebrate as indicators of condition on trends of abiotic-biotic and soil forming process. *Pedobiologia*, **18**: 300-309.

I.T.C.F. (ouvrage collectif), 1976. — Simplification du travail du sol en production céréalière. I.T.C.F., Paris : 1-305.

MASSOUD (Z.), 1976. — Essai de synthèse relatif à l'action des Insecticides sur les Collemboles et les Acariens. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **13**: 35-42.

NAGLITSH (F.) et STEINBRENNER (K.), 1965. — Zur Nachwirkung der Triefkultur auf das Bodenleben. *Albrecht. Thaer. Arch.*, **9**: 87-100.

PONGE (J. F.), 1980. — Les biocénoses des Collemboles en forêt de Sénart. In *Actualités d'écologie forestière.* Gauthier-Villars, Paris : 152-176.

PRAT (B.) et MASSOUD (Z.), 1980. — Étude de la communauté des Collemboles dans un sol forestier. I/Structure du peuplement. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **17**: 199-216.

PRAT (B.) et MASSOUD (Z.), 1981. — Étude de la communauté des Collemboles dans un sol forestier. II/Évolution du peuplement. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **18**: 59-76.

SHAMS (M. N.), SNIDER (R. J.) et ROBERTSON (L. S.), 1981. — Preliminary investigations on the effects of no-till corn production methods on specific soil mesofauna populations. *Commun. In Soil science and plant analysis*, **12**: 179-188.